

# METSÄBIOTALOULDESTA MONEKSI

Mitä on biotalous ja metsäbiotalous?

28.1 - 1.2.2019

Konneveden lukio



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



**Karelia**



METSÄMIESTEN SÄÄTIÖ

*Ihminen ja metsä*

S A A S  
T A M O  
I S E N  
S Ä Ä  
T I Ö

# Kurssin sisältö

- Aloitusluennot 28.1.:
  - OpenBio & materiaalit?
  - MMT Sari Pitkänen
  - MMT Piritta Torssonen
  - Ryhmien muodostaminen
- Ryhmätyöt 29-31.1.:
  - Aloitus 29.1.: aiheiden valinta & alustukset
  - Ryhmätyöt 29-31.1, opettajat tutoreina
- Loppuseminaari 1.2.:
  - Ryhmätöiden esittely seminaarissa, jossa mukana metsäbiotalouden asiantuntijoita
- Kurssimateriaali OpenBio:ssa



# Biotalous – kestävyysden tarpeesta

- Biotalous on tarvelähtöinen
  - Väestön kasvu (kulutus kasvaa, ruoka)
  - Ilmastonmuutos (hillitseminen, sopeutuminen)
  - Uusiutumattomien raaka-aineiden niukkuus (kulutuksen kasvu, kasvihuonekaasupäästöt, ruoantuotannon kasvu ja sen vaatima pinta-ala)
  - Maapallon ekosysteemien toiminnan turvaaminen (ekosysteemien tuhoutuminen liiallisen kulutuksen, ilmastonmuutoksen vuoksi, muovijäte)
- Suomen näkökulma:
  - Metsäteollisuus perinteinen talouden perusta - tällä hetkellä investointibuumi esim. selluteollisuuteen
  - Puun riittävyys kaikille tehtaille? Hyväksyttävyyys? Kestävyys?
  - Mitä sitten kun puuta ei voi enää hakata enempää - rajat tulevat vastaan



# SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Lähde: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

# Biotalous - määritelmä

- Biotalousdella on monta eri määritelmää
- Määritelmä voi riippua määrittelijän hallinnonalasta, näkökulmasta, tms.
- Yhteistä kaikille määritelmille on kestävä kasvu
  - Kestävää uusiutuvien luonnonvarojen tuotantoa ja käyttöä (ravinnon, energian, tuotteiden ja palvelujen tuottamiseen)
  - Biologisten uusiutuvien luonnonvarojen kestävä käyttö
  - Taloudellinen kestävyys tärkeä osa
  - Tulee sisältää myös säilyttämisen näkökulma: kaikella on itseisarvo siitä riippumatta, tarvitseeko ihminen sitä
  - Terminä biotalous yhdistää nämä näkökulmat
- Monialainen, toimialarajat ylittävä

# Biotalous - määritelmä

- Suomen biotalousstrategia (2014):
  - Talous, joka käyttää uusiutuvia luonnonvaroja ravinnon, energian, tuotteiden ja palvelujen tuottamiseen
  - Biotalous pyrkii vähentämään riippuvuutta fossiilisista luonnonvaroista, ehkäisemään ekosysteemien köyhtymistä sekä edistämään talouskehitystä ja luomaan uusia työpaikkoja kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti
  - Tärkeimpiä uusiutuvia luonnonvaroja Suomessa ovat metsien, maaperän, peltojen, vesistöjen ja meren biomassa eli eloperäinen aines sekä makea vesi

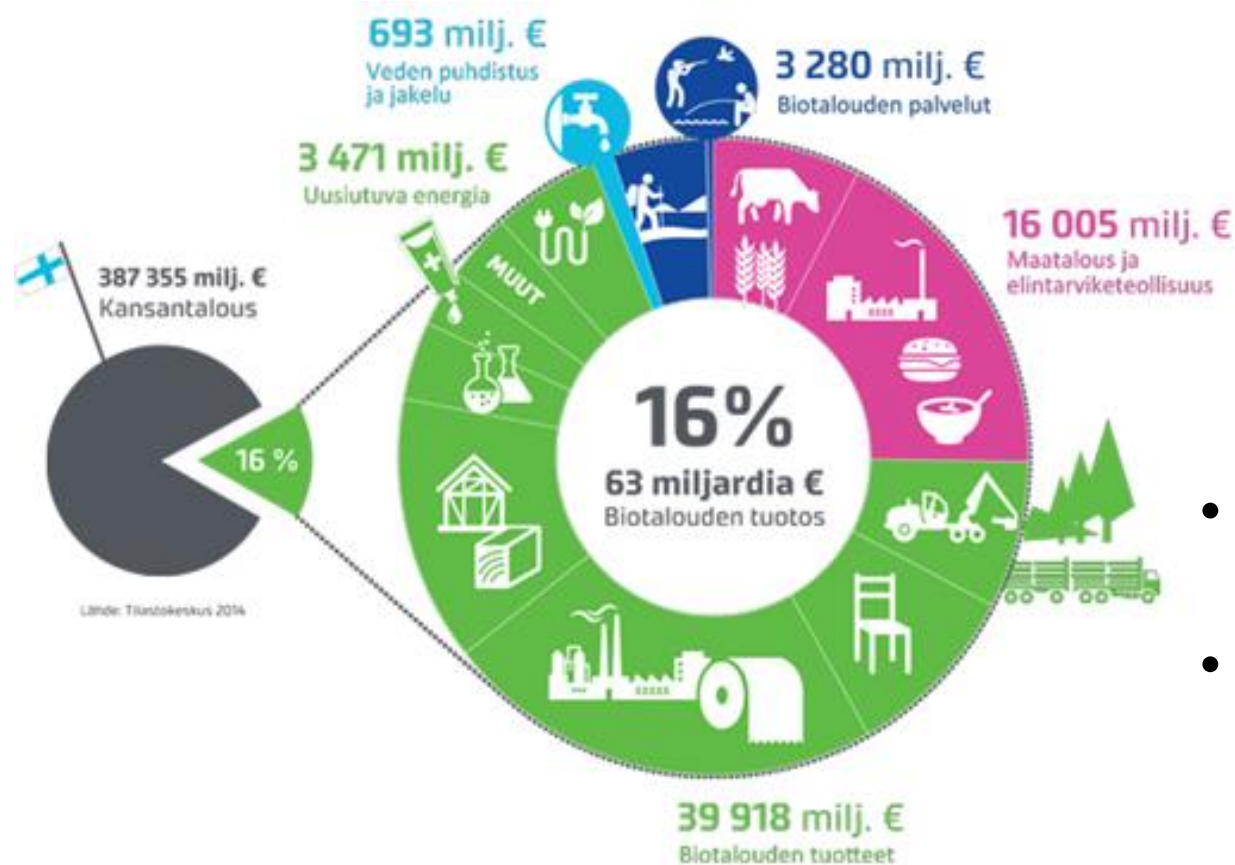
# Biotalous - määritelmä

- Euroopan unioni :
  - *Europe's **response to key environmental challenges***
  - The production of **renewable biological resources** and their conversion into vital products and bio-energy with ***innovative and efficient technologies***  
-> *new jobs and industries*
  - Replacing **fossil fuels are** with sustainable natural alternatives as part of the shift to a post-petroleum society
  - ***Bioeconomy: Innovating for Sustainable Growth***
- Lisäksi esim. OECD ja pohjoisella alueella (Nordic countries) on oma määritelmä, mutta kaikille on yhteistä luonnonvarojen kestävä käyttö, uusi liiketoiminta, työllisyys...

# Biotalous Suomen kansantaloudessa

Maatalous ja elintarvikkeet 25%

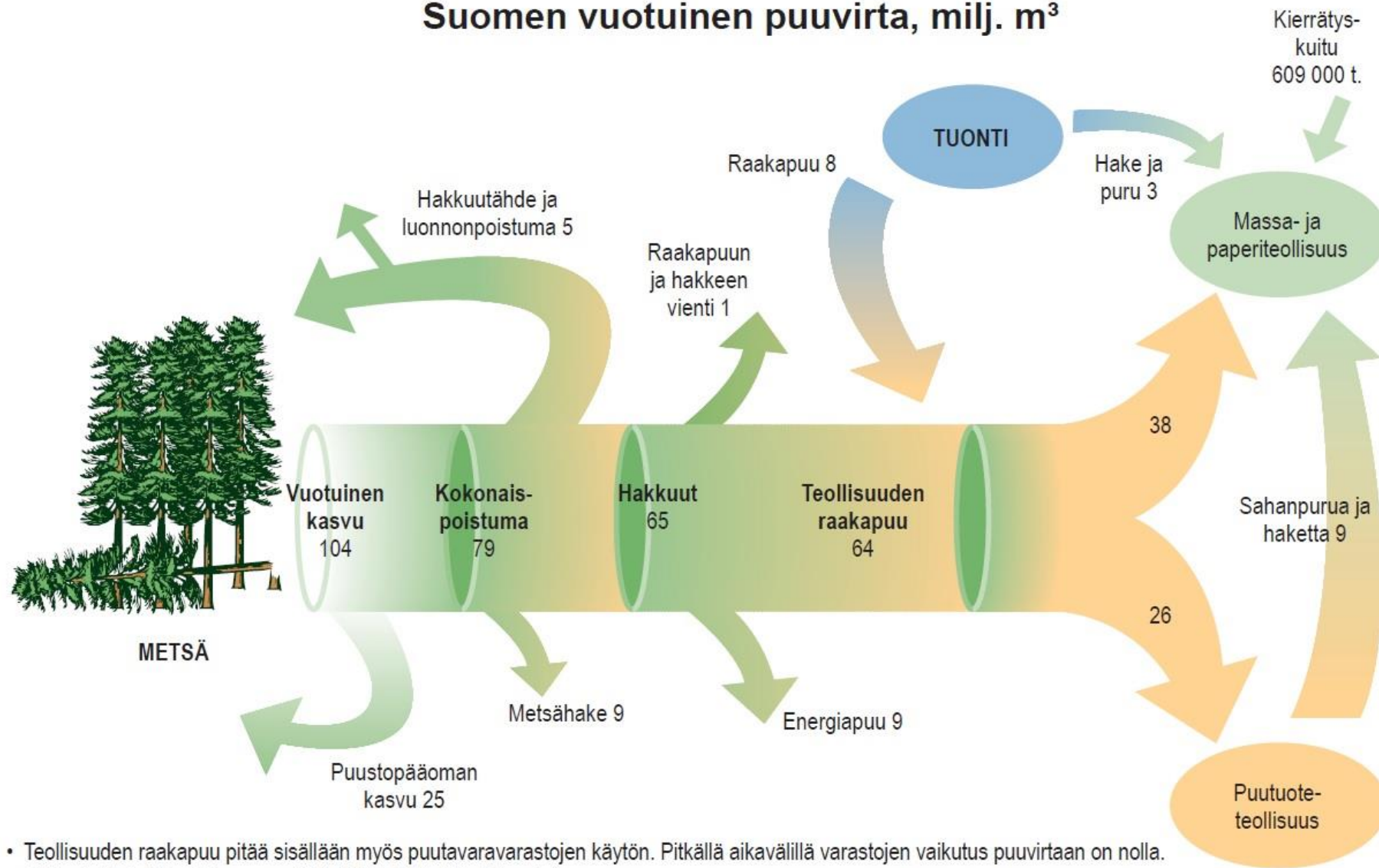
Metsätalous eri muodoissa yht. 63%



- Muualla EU:ssa 2% metsäbiotaloutta
- **Ruoka, ruokateollisuus ja tupakkateollisuus 55 %**



## Suomen vuotuinen puuvirta, milj. m<sup>3</sup>



- Teollisuuden raakapuu pitää sisällään myös puutavaravarojen käytön. Pitkällä aikavälillä varastojen vaikutus puuvirtaan on nolla.
- Lähteet: Metsätilastollinen vuosikirja 2014, Metsätutkimuslaitos.

# SUOMEN MERKITTÄVIMMÄT VIENTITUOTTEET

1.

Paperi ja kartonki  
6,8 mrd. EUR



4.

Selluloosa  
1,8 mrd. EUR



5.

Sahatavara  
1,7 mrd. EUR



2. Dieselpolttoaineet  
3,7 mrd. EUR



3. Ruostumattomat  
teräslevyt  
2,3 mrd. EUR



6. Moottoriajoneuvot  
henkilökuljetuksiin  
1,1 mrd. EUR

Kuva Valmet Automotive



7. Sähkögeneraattorit  
ja -moottorit  
1,1 mrd. EUR

Kuva ABB



8. Erikoiskoneet ja -laitteet  
1,1 mrd. EUR



9. Maansiirto-, kaivuu,  
yms. koneet  
1,0 mrd. EUR



Kuva Planmeca

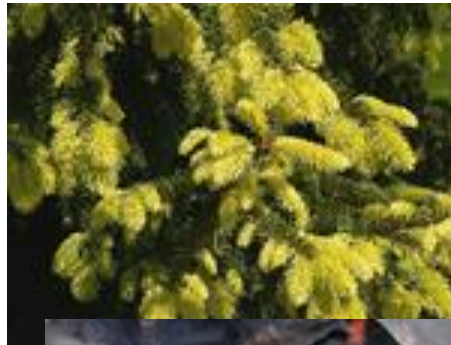
10. Lääkintäkojeet ja  
laitteet 1,0 mrd. EUR

# Biotalous resurssinäkökulmasta

- Vihreä – metsät ja puu
- Sininen – kalat ja vedet
- Keltainen – maataloustuotanto
- Ruskea – jäte
- Punainen – biojalostamot
- Lisäksi: onko kiertotalous osa biotaloutta vai biotalous osa kiertotaloutta? Entä mitä on biokiertotalous?



# Mitä metsäbiotalous tuo mieleen?



# Metsäbiotalous - vihreää biotaloutta

- Metsien hyödyntämistä kestävästi ja hyväksyttävästi ravinnon, energian, tuotteiden ja palvelujen tuottamiseen
- Metsät ovat Suomen tärkeimpiä uusiutuvia (ja kasvavia) luonnonvaroja
- Kestävyyden ja hyväksyttävyyden rajat? Tutkimusavainasemassa
- Mitä sen jälkeen, kun rajat on saavutettu?
- Monitieteinen ala (esim. ICT-metsäbiotalous)



- Ekosysteemipalvelut kestävän biotalouden edellytys (video)
- Kiertotalous – materiaalitehokkuus – resurssiviisaus
  - Pyrkii maksimoimaan tuotteiden, komponenttien ja materiaalien sekä niihin sitoutuneen arvon kiertoa taloudessa mahdollisimman pitkään, mahdollisimman vähän hukkaa ja jätettä
  - Materiaalitehokkuuteen ja resurssiviisaus – käytetään maapallon luonnonvaroja kestävästi -> Elinkaari – systeemijärjestelmä
- Cleantech
  - Ympäristöä (tavanomaista) vähemmän kuormittavia tuotteita, palveluja ja teknologioita: mm. materiaali- ja energiatehokkuus, uusiutuva energia, kemikaalien hallinta, uudet materiaalit, vesien ja jätteiden kierrätys ja hallinta sekä kuljetusten kehittäminen
  - Ratkaisuja globaaleihin ympäristöhaasteisiin sekä parantaa teollisuuden ja palveluiden kilpailukykyä materiaalien ja energian tehokkaan käytön myötä
  - Cleantech Finland yksi hyvä esimerkki Suomesta.



# Kuinka edistää kiertotaloutta?

- **Ylläpidä:** Rakenna tuotteet kestävämpään pidempään ilman korjausta ja tarjoa ylläpitopalveluita tuotteiden elinkaaren pidentämiseksi samalla omistajalla
- **Käytä uudestaan tai jakele:** Käytä tuotetta uudelleen samaan tarkoitukseen jälleenmyyntimarkkinoilla
- **Uudelleenvalmista tai uudista:** Hahmota tuotteen elinkaari useana elinkaarena ja myy tuote uudelleen perusteellisemmän uudistuksen tai uudelleenvalmistuksen jälkeen
- **Kierrätä:** Kierrätä tuotteiden materiaali uusiokäyttöön ja suunnittele tuotteet niin, että materiaaleja on helppo lajitella. Biologisten materiaalien kohdalla on lisäksi tärkeätä miettiä, miten voimme varmistaa, että kierrossa olevat ravinteet päätyvät mahdollisimman tehokkaan hyödyntämisen jälkeen takaisin turvallisesti ja kestävästi osaksi ravintokiertoa
- **Hyödynnä toisessa arvoketjussa:** Hyödynnä materiaali tai osat osana toista arvoketjua, kun materiaalia ei pystytä hyödyntämään enää alkuperäisellä sektorilla

Sitra, Selvityksiä 84 (2014) Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle

# EKOSYSTEEMIPALVELUT METSÄBIOTALOUDEN NÄKÖKULMASTA

## TUOTANTOPALVELUT

Aineellisia tuotteita, joita ihmiset saavat ekosysteemeistä, esim. ravinto, vesi, raaka-aineet, energia ja geenivarat.



Mustikkasato voi vaihdella 10-45 kg/ha riippuen vuodesta ja kasvupaikasta



Suomessa käytettiin raakapuuta yht. 76,9 milj. m<sup>3</sup> vuonna 2016

## YLLÄPITO- JA SÄÄTELYPALVELUT

Ekosysteemiprosesseja, jotka ylläpitävät elämälle suotuisia olosuhteita. Tärkeimmät ovat aineiden kierto ja organismien lisääntymisen varmistaminen.



Metsät ovat tärkeä hiilinielu ja hiilivarasto



Luonnonvarainen marjasato on riippuvainen pölytyksestä

## KULTTUURIPALVELUT

Aineettomia hyötyjä, joita saamme luonnosta, esim. virkistytminen, esteettiset elämykset, paikan taju ja luonnontieteellinen tieto.



Luonnossa virkistäytyminen lieventää stressiä, väsymystä ja allergioita sekä madaltaa sydämen sykettä ja verenpainetta.



# Metsien monikäytön muodot

- Puunkasvatus ja korjuu
- Puun sivutuotteiden hankinta
- Riistanhoito ja metsästys
- Marjastus ja sienestys, yrttien ja muiden luonnonkasvien keräily
- Poronhoito ja muu laiduntaminen sekä laidunten hoito
- Maaperän ainesten käyttö
- Virkistyskäyttö
- [Luontomatkailu](#)
- Maisemahoito
- Luonnonsuojelu (biodiversiteetti)
- Suojavaikutusten tuotanto ja käyttö
- Vesivarojen hoito ja suojelu



# Monimuotoisuus

- Monimuotoisuus eli biodiversiteetti tarkoittaa yleisesti ottaen luonnossa tapahtuvaa vaihtelua, joka voidaan jaotella kolmeen eri tarkastelutasoon:
  - Lajiston monimuotoisuus
  - Lajien sisäinen geneettinen monimuotoisuus
  - Elinympäristöjen monimuotoisuus
- Avainlajeilla on keskeinen rooli metsäekosysteemin toiminnan kannalta, mutta mitä monimuotoisempi metsäekosysteemi on sitä paremmin se pystyy sopeutumaan esim. Ilmastonmuutokseen
- Metsäekosysteemin lajistoon vaikuttaa paljon sen sukkessio vaihe
- Biodiversiteetin turvaaminen on yksi tärkeimmistä ekosysteemipalvelujen turvaamisesta myös tulevaisuuden tarpeisiin
- Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt ja luonnonsuojelulain mukaiset suojellut luontotyytit turvaamaan avainbiotooppeja

# Kestävä metsätalous

- Halutaan säilyttää metsien monimuotoisuus, tuottavuus, uusiutumiskyky, elinvoimaisuus nyt ja tulevaisuudessa
- Suomessa metsien hoito ja käyttö perustuu metsälakiin, jonka perusteella metsänomistaja tekee metsänkäsittelypäätökset tavoitteiden mukaisesti.
- Metsien käyttöä säätelee myös esimerkiksi ympäristölainsäädäntö (luonnonsuojelulaki), jolla on vaikutusta metsätalouteen.
- Tällä hetkellä, ilmastonmuutoksen positiivinen vaikutus metsien kasvuun huomioiden, vuotuinen kestävä hakkuumäärä on noin 83 m<sup>3</sup>/v maksimissaan
- Tutustu tarkemmin mm. metsälakiin osoitteessa:  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093>
- Metsäsertifiointilla pyritään osoittamaan, että metsiä käytetään kestävästi
  - Metsänomistaja sitoutuu kestävään metsienkäsittelyyn ja puunalkuperä voidaan johtaa kestävästi hoidettuihin metsiin

# Kestävyyden arviointi

- Metsätalouden kestävyttä arvioidaan kriteerien ja indikaattoreiden avulla.
- Kriteerit määrittävät metsätalouden kestävyys yleiskuvan kyseessä olevassa valtiossa.
- Indikaattorit vastaavasti mittaavat kriteerien toteutumista.
- Indikaattorit jaotellaan kuvaileviin (esim. lainsäädännölliset ohjauskeinot) ja määrällisiin (esim. metsäpinta-ala, puuston tilavuus) indikaattoreihin.
- Suomessa arvioinnista vastaa Luonnonvarakeskus

# Kestävyyden kriteerit

- Ekologinen kestävyys
  - Monimuotoisuuden ja ekosysteemien toiminnallisuuden säilyminen
- Ekonominen kestävyys
  - Sisällöltään ja laadultaan tasapainoista kasvua, joka ei perustu pitkällä aikavälillä velkaantumiseen tai varantojen hävittämiseen
- Sosiaalinen kestävyys
  - Hyvinvoinnin edellytysten siirtyminen sukupolvelta toiselle, asukkaiden hyvinvointi
- Kulttuurinen kestävyys
  - Kulttuuriperinnön vaaliminen ja säilyttäminen
- Kaikkien toteutumiseen tähdätään, kun puhutaan kestävästä biotaloudesta
- <http://kestavakehitys.fi/kestava-kehitys>

# Metsävaratieto on edellytys metsävarojen kestäväälle käytölle

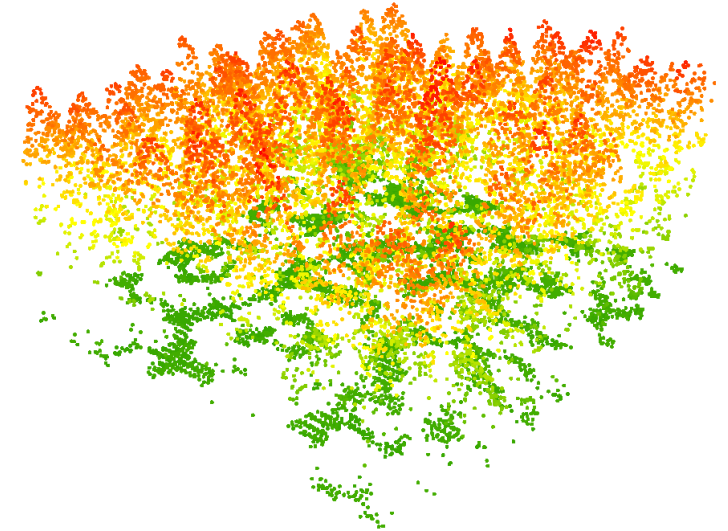
- Suomessa valtakunnan metsien inventoinnista (VMI) vastaa Luonnonvarakeskus, joka on seurannut metsien tilaa 1920-luvulta lähtien VMI tuottaa tietoa alueittaisesti ja koko maasta, koko metsävarannosta:
  - Metsävaroista (puuston määrästä, kasvusta ja laadusta)
  - Maankäytöstä ja metsien omistussuhteista
  - Metsien terveyden tilasta
  - Metsien monimuotoisuudesta
  - Metsien hiilivaroista ja niiden muutoksista
- VMI:n pohjautuvaa tietoa käytetään tutkimuksessa, päätöksenteon tukena valtakunnallisesti ja alueellisesti, metsäteollisuudessa ja kansainvälisissä raportoinneissa

# METSÄVARATIETO: yksityiset

- Suomen Metsäkeskus kerää metsävaratietoa yksityisten henkilöiden tai tahojen omistamista metsistä.
  - Tietoa mm. metsien kasvupaikoista ja puustosta, erityisen tärkeistä elinympäristöistä sekä metsien käytöstä.
- Metsävaratiedot ovat metsänomistajien käytettävissä Metsään.fi –palvelussa. Metsänomistajat voivat antaa luvan metsävaratiedon käyttöön myös alan toimijoille.
  - Ei luovuteta metsänomistajien henkilö- tai yhteystietoja
- Metsävaratietoa kerätään hyödyntämällä kaukokartoitusta (laserkeilaus, ilmakuvat, koealamittauksia, kohdennettu maastoinventointi)

# METSIEN INVENTOINTI

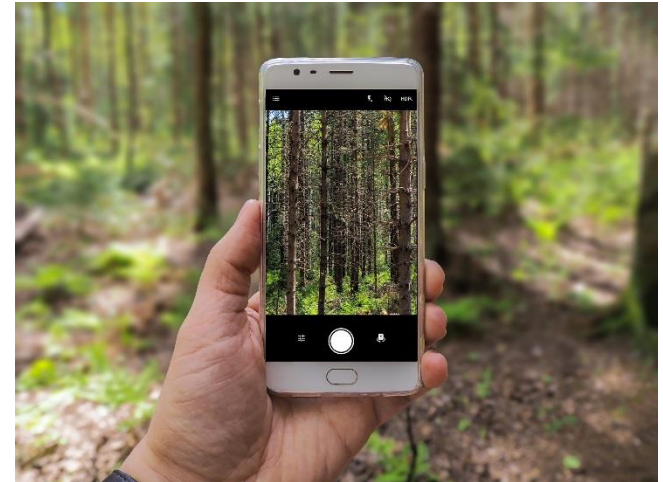
- Kaukokartoituksen rooli metsävarojen inventoinnissa on kasvanut huomattavasti.
- Perinteisesti ilmakuvia on hyödynnetty metsikkökuvioiden rajauksessa. Satelliittikuvat puolestaan ovat toimineet VMI-tyyppisissä suuralueinventoinneissa aputietona
- Laserkeilaus on metsien kaukokartoituksessa mullistavin uudistus vuosikymmeniin. Laserkeilaus tuottaa pistemäistä 3D-informaatiota puustosta ja sen avulla voidaan esimerkiksi puuston tilavuus ennustaa erittäin tarkasti. Yleensä laserkeilaus suoritetaan lentokoneesta.
- Uusimpia kaukokartoitussovelluksia ovat esimerkiksi modernimmat laserkeilausmenetelmät kuten monikanavakeilaus ja mobiililaserkeilaus. Myös droonien käyttöä metsävarojen inventoinnissa on kokeiltu, mutta kustannustehokkaat käytännön metsätalouden sovellukset puuttuvat toistaiseksi.





# Digitaalisia sovelluksia metsävaratiedon käyttöön

- Metsänmittaus:
  - JokaMies, Trestima, Relasphone
- Avoimeen metsävaratietoon perustuvia sovelluksia metsäomistajille ja metsäalan ammattilaisille
  - Tiedot perustuu Metsään.fi
  - Kanton – metsävaratieto ja suunnittelu (metsänomistaja)
  - Woodis metsävaratieto, suunnittelu, kauppa (metsänomistaja ja metsätoimihenkilö)
  - Kuutio - puun myynti (metsänomistaja ja organisaatiot)



# METSÄSUUNNITTELU



- Metsäsuunnittelu perustuu metsänomistajan tavoitteisiin
- Suunnitteluun kuuluu:
  - Metsän käytön vaihtoehtojen tunnistaminen
  - Vaihtoehtojen vaikutusten arviointi
  - Metsänomistajan tavoitteisiin perustuvien tietoisten päätösten tukeminen
- Metsäsuunnitelma on metsänomistajan lähtökohdista laadittu metsäomaisuuden käyttö- ja hoitosuunnitelma
- Monitavoitteinen metsäsuunnittelu
  - Yksitavoitteisessa suunnittelussa tavoitellaan maksimi määrä yhtä asiaa
  - Monitavoitteisessa suunnittelussa useammalla kuin yhdellä tavoitteella on merkitystä
    - Päätöksentekijän rooli korostuu, paras ja maksimaallisen hyödyn tuottava ratkaisu riippuu subjektiivisista tavoitteista
    - Mallintamista on käytetty päätöksenteon tueksi
      - Puuntuotantoa kuvaavia malleja on Suomessa kehitetty pitkään
      - Ekosysteemipalveluiden mallintaminen kehittynyt paljon, mutta vaatii vielä työtä ([MTK](#))
    - Metsäekosysteemipalveluiden tuotteistaminen (Tapion raportteja nro 28)
- Metsävaratieto on metsäsuunnittelun väline

# METSÄNHOITO JA SUOSITUKSET

- Metsänhoidon tavoitteena on ollut pääsääntöisesti korkea puuston kasvu ja hyvä taloudellinen tulos
- Viime vuosina metsien käyttö on kuitenkin monipuolistunut ja pelkästään puuntuotantoon perustuva taloudellinen tulos ei välttämättä ole metsänomistajalle tärkein
- Metsänhoidon suositukset ovat työväline, jonka avulla voi määritellä tavoitteen metsien hoidolle ja käytölle
- Suositukset on eri metsäalan toimihenkilöiden, yrittäjien ja työntekijöiden tuki sekä työväline metsänomistajien neuvonnassa ja palveluiden tuottamisessa
- Suositukseen on koottu asiantuntemus uusimmista tutkimuksista käytännön toteutukseen <http://www.metsanhoitosuosituks.fi/>

# METSÄNHOIDON SUOSITUKSET

- Metsän hoitoa ja käyttöä kestävästi metsänomistajan tavoitteet huomioiden
- Pääopas ja täydentäviä oppaita
  - Talousmetsien luonnonhoito
  - Energiapuun korjuu
  - Metsäteiden kunnossapito
  - Kannattava metsätalous
  - Suometsien hoito
  - Vesien suojelu
  - Riistametsien hoito

# METSÄN KASVATUSTAVAT

- Perustuu metsänomistajan tavoitteisiin, kasvupaikkaan, olemassa olevaan puuston rakenteeseen
- Lähtökohtana metsikkökuvio tai käsittelyalue
- Tasaikäis- tai eri-ikäiskasvatus
- Puulajeja kasvatetaan kunkin puulajin luontaisilla kasvupaikoilla



*Tasaikäisrakenteinen metsä eri kehitysvaiheissa: uudistusala, taimikko, nuori kasvatusmetsä ja varttunut kasvatusmetsä.*

*Kaksijaksoinen koivu-kuusisekametsä, ennen ja jälkeen ylispuiden poiston.*

*Eri-ikäisrakenteinen metsä. Selkeiden kehitysvaiheiden sijaan metsä on jatkuvasti peitteinen.*

Kuva: Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.

# METSÄN KASVATUSTAVAT

## Eri-ikäisrakenteinen

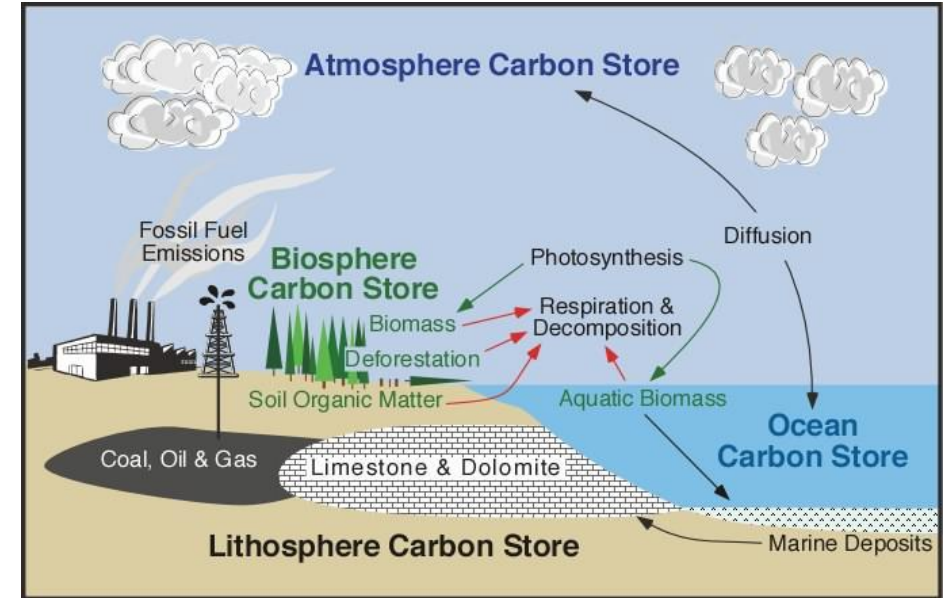
- Metsä säilyy jatkuvasti peitteisenä
- Eri kehitysvaiheessa olevia puita
- Puuston kokojakauma vaihteleva (enemmän pieniä kuin isoja)
- Metsän uudistuminen perustuu luontaisesti syntyneeseen alikasvokseen ja sen jatkokehittämiseen
- Kasvatushakkuut:
  - Pienaukkohakkuu: pienialainen avohakkuu (enintään 0,3 ha)
  - Poimintahakkuu: poistetaan pääsääntöisesti suuria puita ja luodaan kasvutilaa alikasvokselle

## Tasaikäisrakenteinen

- Uudistaminen
  - Päätehakkuu
  - Luontaisesti: siemen- tai suojuspuita, reunametsän siemennys tai olemassa oleva alikasvos
  - Viljelemällä: kylvö tai istutus, vaatii maanmuokkauksen, saadaan käyttöön jalostushyöty
- Kasvatus
  - Varhaisperkaus, taimikonhoito, harvennushakkuut (1-2)
  - Harvennushakkuut perustuen harvennusmalleihin

# ILMASTONMUUTOS JA METSÄT

- Ilmastomuutos vaikuttaa vahvasti siihen miten metsät kasvavat ja kehittyvät tulevaisuudessa ja millaisia mahdollisuuksia on erilaisten palveluiden tuottamiseksi
- Kansainvälisen ilmastopaneelin (IPCC) arvioiden mukaan Suomessa vuotuinen keskilämpötila voi kohota + 3-4 °C. Lisäksi skenaariot ennustavat sademäärien kasvua, erityisesti talvella.
- Etelä-Suomessa voi paikoitellen esiintyä kuivuutta kesäkuukausina. Lämpötilan ja sadannan muutokset ovat skenaarioiden mukaan suurimmat Pohjois-Suomessa



<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/9r.html>



# ILMASTONMUUTOS JA METSÄT

*Taulukko 2. Ilmastonmuutoksen odotettavissa olevat vaikutukset metsiin<sup>9</sup>. Arvioinnin taustalla on oletus, että Suomen vuotuinen keskilämpötila nousee 2 astetta vuoteen 2050 mennessä.*

Oletetut hyödyt ja haitat sekä metsätalouden ennakoitu sopeutumistarve eri aikajänteillä	2010–2070 Vaikutusten voimistuminen
<b>Hyödyt</b>	
Puuston kasvu lisääntyy	
Hakkuumahdollisuudet lisääntyvät	
Metsien hiilensidonta lisääntyy	
<b>Haitat</b>	
Kuusen kasvun hidastuminen (Etelä-Suomi, hyvin vettä läpäisevät kasvupaikat)	
Erilaiset tuhoriskit kasvavat	
Maan routajakso lyhenee	
Puunkorjuun olosuhteet vaikeutuvat	

- 9 Peltola H., Vapaavuori E., Niemelä P., Kellomäki S., Gregow H., Huitu O., Kallio M., Kilpeläinen A., Müller M., Neuvonen S., Salemaa M., Siitonen J. & Venäläinen A. 2012. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen metsätaloudessa. Teoksessa: Ruuhela, R. (toim.) ISTO synteesi raportti: Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? – yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla, Ilmatieteen laitos. Ss. 36–45.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.



# ILMASTONMUUTOS JA METSÄT

*Taulukko 3. Esitetyt sopeutumistoimet kahdella aikavälillä Suomessa<sup>9</sup>. Arvioinnin taustalla on oletus, että Suomen vuotuinen keskilämpötila nousee 2 astetta vuoteen 2050 mennessä. Selitteet: o = on tarpeellinen, oo = on erittäin tarpeellinen.*

Sopeutumistoimet	2010–2039	2040–2069
Huolellinen puulaji- ja alkuperävalinta (kasvupaikkatyyppi, maalaji)	o	oo
Metsänhoidon mukauttaminen	o	oo
Tuhoriskien huomioon ottaminen metsänhoidossa	o	oo
Metsähygieniasta huolehtiminen	o	oo
Metsien monimuotoisuuden turvaaminen	o	oo
Puunkorjuun kehittäminen	o	oo
Metsien hiilensidonnän (kasvun) lisääminen ja metsäbiomassan hyödyntäminen energiatuotannossa ja puutuotteissa (ilmastonmuutoksen hillintätoimet)	o	oo

9 Peltola H., Vapaavuori E., Niemelä P., Kellomäki S., Gregow H., Huitu O., Kallio M., Kilpeläinen A., Müller M., Neuvonen S., Salemaa M., Siitonen J. & Venäläinen A. 2012. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen metsätaloudessa. Teoksessa: Ruuhela, R. (toim.) ISTO synteesi raportti: Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? – yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla, Ilmatieteen laitos. Ss. 36–45.

# PUUNHANKINTA

- Metsäteollisuuden tarpeiden mukaan
- Metsänhoitoyhdistykset ovat metsänomistajien etujärjestö, joka auttaa puukaupaan, metsänhoitoon, metsäverotukseen tai luonnonsuojeluun liittyvissä kysymyksissä
- Puunhankintaorganisaatiot (esim. Tornator)
- Ilmastonmuutoksen vaikutukset puunkorjuun suunnitteluun ja toteutukseen

# PUUNKORJUU

- Suomessa on käytössä tavaralajimenetelmä, jossa hakkuukone kaataa, karsii ja katkoo puun rungot hakkuupaikalla niihin mittoihin, joihin tilaaja on ne halunnut
- Puutavaralajit lajitellaan valmiiksi pinoiksi hakkuualalle, josta ajokone kerää ne läheiselle välivarastolle puutavaralajittaisiin pinoihin
- Välivarastolta puut kerätään kaukokuljetukseen, joka johtaa yleensä sahalle tai muulle teollisuuslaitokselle
- Koneellinen puunkorjuu – Metsä Tehon opas





# PUUN HYÖDYNTÄMINEN



New and existing wood-based products. (Diagram: VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Photos: Vastavalo, Metsä Group)

# KEMIALLINEN METSÄTEOLLISUUS

- Kemiallinen metsäteollisuus jaetaan massa- ja paperiteollisuuteen
- Raaka-aineena kuorittu ja haketettu kuitupuu
- Paperi- ja kartonkituotteiden valmistukseen käytettävää selluloosaa saadaan kun puumassasta keitetään pois hemiselluloosaa, ligniiniä ja uuteaineita noin puolet puun painosta
- Jäljelle jää varsin puhdasta selluloosaa ja pieni määrä hemiselluloosaa eli puun kuituja
- Keiton jälkeen kuidut usein valkaistaan jotta niihin painettu teksti ja kuvat erottuisivat paremmin ja tuote olisi puhtaan näköinen

**METSÄ PUHUU** – [Selluloosa ja sen mahdollisuudet](#)

**METSÄ PUHUU** – [Sellutehdas ja energiantuotanto](#)

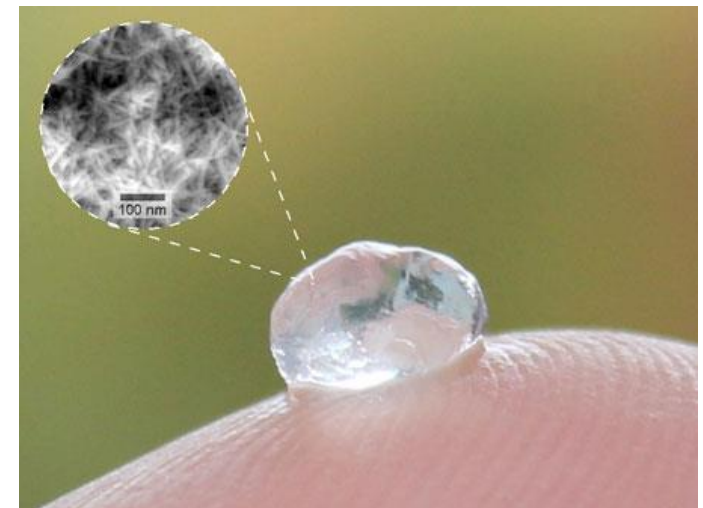
**METSÄ PUHUU** – [Puunrakenne ja ligniinin mahdollisuudet](#)

Esim. [Stora Enso - ligniini](#)

# Nanoselluloosan hyödyntämismahdollisuuksia

- Lisää lujuutta keveisiin materiaaleihin kuten komposiitteihin
- Lämmöneriste huokoisena ja lujana vaahtorakenteena
- Apuaine nesteiden ja geelien koostumuksen hallintaan
- Sileät läpinäkyvät kalvot korvaamaan muoveja (painetun elektroniikan alusta, elintarvikepakkaukset)
- Vettä sitovat, pitävät ja luovuttavat verkostorakenteet (lääkkeet, kasvualustat, hygieniatuotteet ja elintarvikkeet)
- Reaktiiviset verkostorakenteet (kalvot, huokoiset rakenteet)

**METSÄ PUHUU – Nanosellu**



# Nanoselluloosa

- **Esimerkki:** mikrokiteinen selluloosa valmistetaan puhtaasta selluloosasta happo- ja mekaanisen käsittelyn avulla, jolloin saadaan sauvamaisia kiteitä. Kuivattaessa nanokokoiset selluloosakiteet järjestäytyvät johtuen niiden voimakkaista vetysidoksista, ja siten muodostavat mikrokiteistä selluloosaa.
- Mikrokiteistä selluloosa käytetään mm. elintarviketeollisuudessa ja lääkekapseleissa (E-460-466) sekä kartonkipakkauksissa.





# Tekstiilejä puukuidusta

- Liukosellua saadaan, kun sellusta liuotetaan hemiselluloosa pois lähes kokonaan erillisellä happokäsittelyllä.
- Liukosellua voidaan jalostaa viskoosi- ja modalikuiduiksi (Rikkipäästöt riski ympäristölle)
- Uusia tekniikoita puun kuitujen kehräämiseksi langaksi ilman viskoosiprosessia kehitetään parhaillaan (Spinnova, loncell F, ym.) mutta kestää muutamia vuosia ennen kuin ne ovat kaupallisesti hyödynnettävissä.

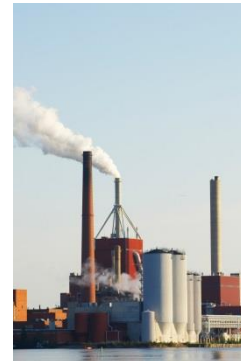


**METSÄ PUHUU** – Tulevaisuuden tekstiilejä



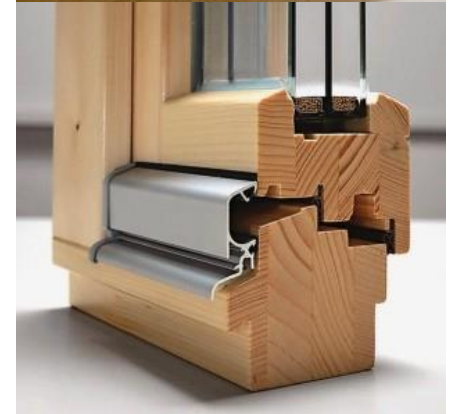
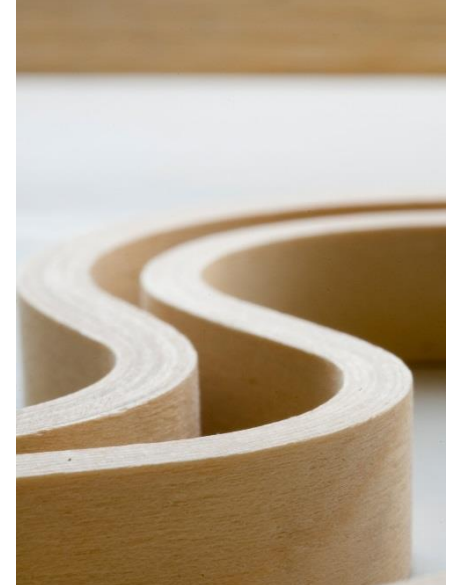
# BIOJALOSTAMO

- Biojalostamo on kuin öljynjalostamo - se tuottaa useita eri tuotteita mm. materiaaleja, kemikaaleja sekä energiaa mutta käyttää fossiilisen raakaöljyn sijaan vain uusiutuvia raaka-aineita, kuten puuta. Maissa joissa ei ole kovin paljoa puuta jalostettavaksi biojalostus keskittyy maatalouden sokeri- tai öljykasvien jalostukseen.
- Moderni sellutehdas on klassinen esimerkki biojalostamosta – raaka-aineena on kuitupuu joka kuoritaan ja haketetaan. Kuoren poltosta saadaan sähköä, höyryä ja kaukolämpöä mutta nyt etsitään myös uusia keinoja erottaa siitä kemikaaleja. Hake keitetään lipeässä jolloin kuiduista saadaan sellua, joka valkaisun jälkeen päätyy paperi- ja kartonkituotteiksi. Liukosellusta puolestaan valmistetaan viskoosia tekstiilien valmistamiseen tai sellofaania pakkausmateriaaliksi. Puusta lipeään liuenneita kemikaaleja voidaan myös jalostaa biokemikaaleiksi. Näitä ovat mm. mäntyöljy, tärpätti, biokaasu ja rikkihappo. Esim. Metsä Group Äänekoski, UPM Kaukas, Boreal Bioref (suunnitteilla)
- Tuotantolaitosten symbioosi



# MEKAANINEN METSÄTEOLLISUUS

- Jalostaa puuta mekaanisesti esimerkiksi sahaten tai höyläten
- Raaka-aineena tukkipuu sekä puutuoteteollisuuden sivuvirrat
- Mekaaninen metsäteollisuus = puutuoteteollisuus perustuu pääosin sahatavaraan ja puulevyihin, joista valmistetaan pitkälle jalostettuja tuotteita (mm. ikkunoita, huonekaluja, puurakenteita)
  - sahatavara
  - insinööripuutuotteet (liimapuu, viilupuu, menokerrospalkit, I-palkit, muut jatkojalosteet)
  - levytuotteet (vaneri, lastulevy, puukuitulevy)
- Tärkeässä osassa myös design (esim. sisustuselementit, huonekalut)



# Puurakentaminen

- Pienimittakaavainen rakentaminen on suosinut pitkään puurakentamista, esim. Suomessa vapaa-ajan rakennuksista suurin osa on puurakenteisia.
- Puukerrostalojen rakentaminen on kuitenkin kasvussa.
- Yleisiä runkojärjestelmiä puukerrostalon rakentamisessa ovat CLT (Cross Laminated Timber) ja LVL-massiivipuulevy.
  - CLT-tekniikassa rakennuksen kantavina pysty- ja vaakaelementteinä toimivat laudoista kerroksittain ristiinliimatut massiiviset puulevyt.
  - LVL-levyä voi käyttää CLT-levyn tavoin rakennuksen runkorakentamisessa.



**METSÄ PUHUU –**  
[Kaupungistuminen ja puukerrostalot](#)

**METSÄ PUHUU –**  
[Ilmastonmuutos ja rakentaminen](#)

**METSÄ PUHUU -** [Puu ja terveys](#)



# PUUPOHJAISIA ENERGIA LÄHTEITÄ

- Metsähake eli haketettu pienpuu (karsittu ja karsimaton ranka) tai hakkuutähde (oksat, latvus, lehdet/neulaset)
- Metsäteollisuuden sivuvirrat: kuori, sahanpuru, kutteri, sahaus pöly, jäteliemet (musta lipeä)
- Puupelletti: valmistetaan havupuun kuivasta kutterista, sahapölystä tai hiontapölystä (mekaanisen puunjalostuksen sivutuotteista)
- Puubriketti: kuivasta puulastusta puristettu (kooltaan verrattavissa polttopuuhun)
- Polttopuu (klapi, halko)
- **Metsä Puhuu** – [Hyvä paha hiili](#)



# PYROLYYSIÖLJY

- Pyrolyysiöljy tunnetaan useimmiten bioöljynä tai pyrolyysitisleenä. Se on punaisenruskeaa nestettä, joka valmistetaan kaasuttamalla biomassaa hapettomissa olosuhteissa ja tämän jälkeen lauhduttamalla kaasuuntuneet komponentit nesteeksi.
- Pyrolyysiöljyllä voidaan korvata raskasta polttoöljyä lämpövoimalaitoksissa tai dieseliä liikennepolttoaineena, tulevaisuudessa siitä voidaan ehkä myös erottaa arvokkaita kemikaaleja.
- Hitaan pyrolyysin lopputuotteena syntyy öljyn lisäksi hiiltä. Hiili voidaan polttaa, muuntaa aktiivihiileksi, suodatusmateriaaliksi tai jalostaa muihin teollisiin prosesseihin. Tulevaisuudessa siintää mahdollisuus laadukkaan hiilikuidun tai grafeenin valmistuksesta.



# BIOPOLTTOAINEITA

- **Bioetanoli** on etanolia, joka on tuotettu kasvispohjaisista raaka-aineista. Etanolin valmistamiseksi puusta tulee ensin selluloosan ja hemiselluloosan sisältämät hiilihydraatit eli sokerit muuttaa alkoholia tuottavalle hiivalle käytettävään muotoon. Suomessa St1 on kehittänyt bioetanolin valmistusmenetelmää puusta (sahanpuru).
- **Biodiesel** on uusiutuvista luonnon raaka-aineista jalostettua dieseliä vastaava polttoaine. Perinteiset biodieselit valmistetaan esteröimällä kasviöljyjä tai rasvoja jolloin tuloksena on esteröityä rasvahappoa eli FAME dieseliä (FAME, Fatty Acid Methyl Ester). Biodieseliä voidaan valmistaa mm. öljykasveista (esim. rypsi, rapsi, öljypalmu), mutta myös selluntuotannon sivutuotteena tulevasta mäntyöljystä (UPM BioVerno).



# HYVINVOINTIA LUONNOSTA

- Luonnossa oleilu ja liikkuminen vaikuttavat myönteisesti fyysiseen, psyykkiseen, sosiaaliseen ja yleiseen hyvinvointiin (esim. verenpaine alentuu, stressi alentuu, mahdollisuus olla yksin tai yhdessä)
- Luonnon käytön hyödyt liittyvät ennaltaehkäisevään terveydenhuoltoon sekä työkykyä palauttavaan ja kuntouttavaan vaikutukseen
- Green Care on ammatillista luontoon ja maaseutuympäristöön liittyvää toimintaa, jolla edistetään ihmisten hyvinvointia ja elämänlaatua  
<http://www.gcfinland.fi/>





# LUONNON VIRKISTYSKÄYTTÖ

- Sisältää kaiken vapaa-ajan viettämistarkoituksessa luonnonympäristössä tapahtuvan oleskelun ja liikkumisen jalan, hiihtäen, pyöräillen tai moottoriajoneuvolla tarkoituksena liikunta, maisemien ihailu, luonnon harrastaminen, retkeily, telttailu, metsästys, virkistyskalastus, veneily, virkistysluonteinen kotitarvemarjastus ja –sienestys. Myös loma-asuminen ja matkailu, siltä osin kuin niihin liittyy edellä mainittua virkistystoimintaa
- Metsämaiseman hoito on oleellinen osa virkistys- ja matkailualueilla, jotta käyttäjä kokee alueen tuottavan virkistystä
- Terveysmetsä - <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/538373>





# LUONTOMATKAILU

- Matkailua, jonka keskeinen vetovoimatekijä on luonto. Luontoympäristön kokeminen, sosiaalinen tarve ja terveyshyödyt ovat luontomatkailun tärkeimpiä motiiveja
- Suomessa metsät ovat tärkeä luontomatkailun resurssi, yli 40% suomalaisista luontomatkaillee vuosittain.
- Luonnonsuojelualueet (erityisesti kansallispuistot) ovat luontomatkailulle tärkeitä alueita
- Luontomatkailu on laajentunut myös talousmetsiin ja siten asettaa erityisesti valtion omistamilla mailla vaatimuksia metsienkäsittelyille



# LUONNONTUOTTEET

- Metsässä kasvavat luonnontuotteet voidaan jakaa neljään ryhmään:
  - Luonnonmarjat (mustikka, puolukka, lakka, vadelma, ym.)
  - Luonnonsienet (kantareellit, herkkutatit, rouskut, suppilovahverot, ym.)
  - Luonnonyrtit (kataja, mänty, kuusi, hies- ja rauduskoivu, kanerva, maitohorsma, ym.)
  - Erikoisluonnontuotteet
    - Puiden sivutuotteet (terva, puuhiili, pihka, koivun mahla, ym.)
    - Koriste-, punonta- ja käsityömateriaalit (joulukuuset, sammalet, jäkälät, oksat, risut, ym.)
    - Luonnonlääkintätuotteet (pihka, terva, koivun tuhka ym.)



# Lähteitä

- Kangas, H. (2014) Opas selluloosa – nanomateriaaleihin. VTT Technology 199. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T199.pdf>
- Kestävää kasvua biotaloudesta - Suomen biotalousstrategia (2041) Työ- ja elinkeinoministeriö. [http://biotalous.fi/wp-content/uploads/2014/07/Julkaisu\\_Biotalous-web\\_080514.pdf](http://biotalous.fi/wp-content/uploads/2014/07/Julkaisu_Biotalous-web_080514.pdf)
- Salo, K. (toim.) (2015) Metsä. Monikäyttö ja ekosysteemipalvelut. Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. 328 s. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/520558>
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. [http://tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/Metsanhoidon\\_suositukses\\_ver3\\_netti\\_1709141.pdf](http://tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/Metsanhoidon_suositukses_ver3_netti_1709141.pdf)
- Tyrväinen, L., Savonen, E-M. Ja Simkin, J. (2017) Kohti suomalaisen terveystalouden mallia. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2017. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/538373>
- Lisää lukumateriaalia openbio.fi – Metsäbiotaloudesta moneksi